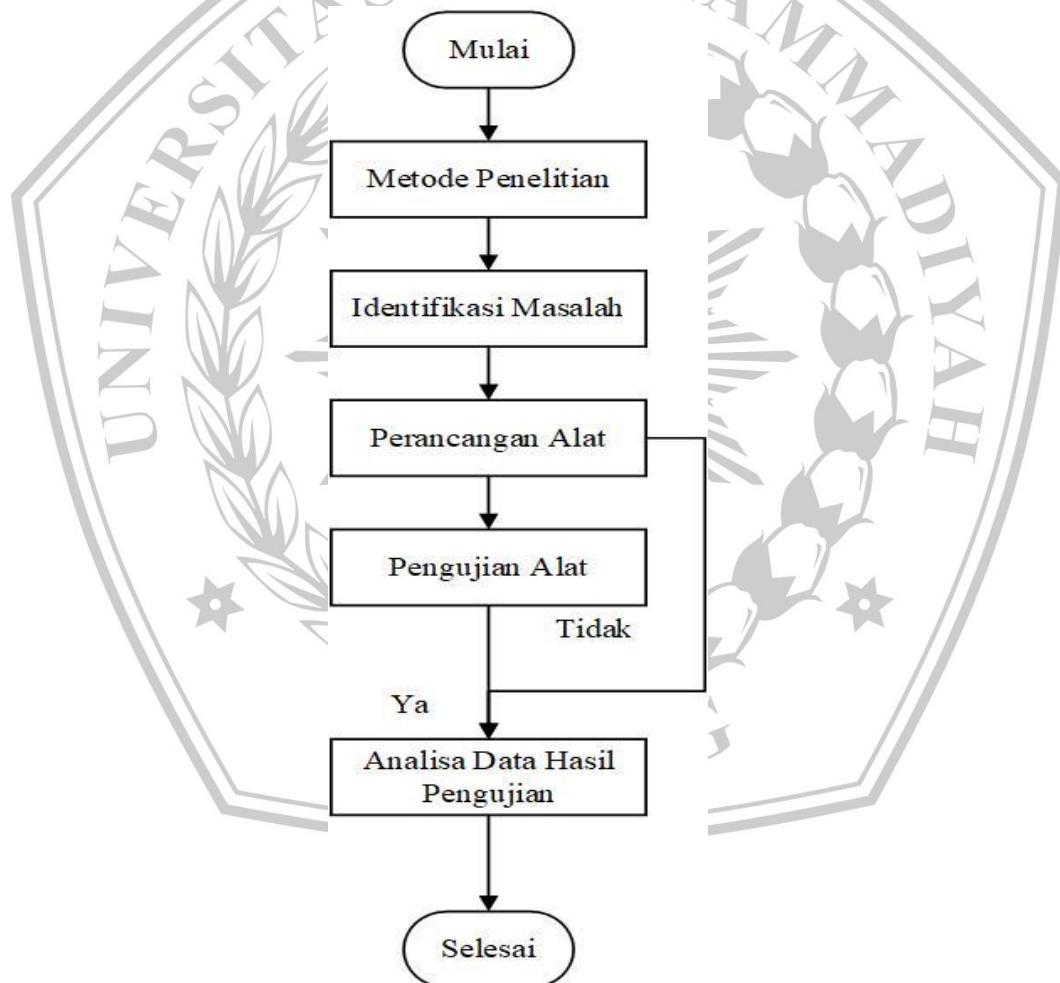


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Metode Penelitian

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimental (*experimental research*) dimana dilakukan pengujian dengan menentukan perancangan pengujian Alat Uji *Thrust Force Multicopter* Berbasis Mikrokontroller dengan variasi BLDC Motor dan Propeller. Secara keseluruhan diagram alir metode penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode Penelitian

Terdapat beberapa tahapan-tahapan yang bertujuan untuk mencari desain terbaik. Adapun tahapan-tahapannya sebagai berikut:

3.1.1 Daftar Persyaratan Desain

Daftar persyaratan dibuat untuk menjelaskan spesifikasi Alat dan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi sebelum produk dikembangkan lebih lanjut. Adapun Tabel 3.1 daftar persyaratan sebagai berikut:

Tabel 3.1 Daftar Persyaratan Spesifikasi Desain

Sifat	Daftar Persyaratan	Tanggal :
	Uji Thrust Force Multicopter Berbasis Mikrokontroller dengan variasi BLDC Motor dan Propeller	Halaman :1
S/W	Persyaratan	
	Geometri	
S	Bentuk sederhana alat percobaan.	
W	Alat digunakan untuk Uji <i>Thrust Force Multicopter</i> .	
	Kinematik	
W	Menggunakan sensor <i>Load cell</i> .	
W	Menggunakan sensor <i>IR Proximity</i> .	
S	Menggunakan <i>arduino uno dip</i> sebagai mikrokontroler.	
W	Fungsi dari setiap komponen harus teratur.	
	Energi	

W	Menggunakan energi mekanik (<i>Force</i>).
W	Menggunakan sensor <i>Load cell</i> sebagai pengukur gaya dorong.
S	Menggunakan <i>arduino uno</i> sebagai Mikrokontroller.
S	Menggunakan <i>Power Supply</i> Untuk mensuplai energi ESC

Teknik	Daftar Persyaratan	tanggal
	Uji Thrust Force Multicopter Berbasis Mikrokontroller dengan variasi BLDC Motor dan Propeller.	Halaman :2
D/W	Persyaratan	
	Material	
S	Alat uji terbuat dari bahan Alumunium dan PLA .	
S	Konstruksi pada rangka alat Uji <i>Thrust Force</i> dari bahan material Alumunium.	
	Display	
W	Ditampilkan pada LCD.	
W	Ditampilkan pada personal <i>Computer</i> .	
W	Data dapat ditampilkan pada <i>Software Arduino IDE</i> .	
	Keamanan	
W	<i>Environmental Safety</i> : Operasional : dapat digunakan pada tempat yang aman dan nyaman.	

	Biaya
D	Biaya produksi diharapkan tidak terlalu tinggi dan murah.
	Ergonomis
S	Mudah dalam pengoperasian.
W	Fleksibilitas dalam pengoperasian alat.
W	Bobot lebih ringan dan kecil.
	Produksi
S	Skala Kecil.
W	Jumlah Komponen Cukup muda didapatkan di pasaran.
	Pemrograman
S	Mikrokontroler <i>Arduino Uno</i>
S	Menggunakan <i>Software Arduino Uno</i> untuk tampilan dan terhubung pada rangkian.

Persyaratan dibuat berdasarkan kebutuhan Customer yang bersifat wajib dipenuhi (W) atau disarankan dipenuhi (S). Dari keterangan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa persyaratan yang dibuat merupakan panduan bagi perancang untuk merancang suatu alat (Riadi, Muhammad Sugeng, 2009).

3.1.2 Identifikasi Masalah

Pada tahap ini penulis bertujuan untuk menajamkan permasalahan yang ada pada spesifikasi desain di atas. Adapun tahapannya sebagai berikut:

1. Data *kuantitatif*, dengan menghilangkan kesukaan/kesenangan pribadi dan menghilangkan persyaratan yang tidak berkaitan langsung dengan fungsi dan batasan-batasan penting. Dari kriteria tersebut didapatkan hasil sebagai berikut:

- a. Sensor *Load Cell* Alat Uji *Thrust Force Multicopter* Berbasis Mikrokontroller ATmega 328 menggunakan sensor *Loadcell & IR Proximity* dengan variasi BLDC Motor dan Propeller.
- b. Membaca perubahan gaya dorong.
- c. Membaca besaran RPM dari BLDC motor dan Propeller.
- d. Menggunakan Sensor *IR Proximity* Sebagai Tachometer.
- e. Menggunakan Driver HX 711.
- f. Menggunakan *Power Supply 12v 30A*.
- g. Menggunakan *Mikrocontroller Arduino Uno*.
- h. Menggunakan 2 variasi propeller, 2 *blades* dan 4 *blades*.
- i. Instalasi Pemasangan mudah.
- j. Biaya produksi yang terjangkau.
- k. Dapat memperoleh data secara *realtime*.
- l. Mudah dioperasikan.

2. Mengubah data *kuantitatif* menjadi data *kualitatif* dan menyatakannya dalam kalimat yang sederhana yang mewakili. Dari kriteria tersebut didapatkan hasil sebagai berikut:










- a. alat Uji *Thrust Force Multicopter* menggunakan sensor *Loadcell & IR Proximity*.
- b. Menggunakan 3 variasi BLDC Motor dan 2 variasi Propeller.

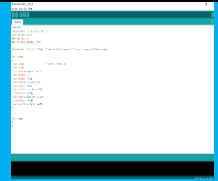





- c. Untuk Membaca perubahan gaya dorong dan RPM.
 - d. Nilai Resistansi sensor tergantung pada objek material.
 - e. Mikrokontroler sebagai Konverter sinyal *Analog to Digital*.
 - f. Menggunakan *Software Arduino IDE* untuk menampilkan Serial monitor data.
 - g. Menggunakan LCD untuk tampilan data.
 - h. Dapat memperoleh data secara *realtime*.
 - i. Data yang dihasilkan berbentuk nilai angka untuk tujuan pengarsipan.
 - j. Instalasi pemasangan yang mudah dan biaya produksi yang terjangkau.
3. Kemudian menggeneralisir data *kuantitatif*. Dari kriteria tersebut didapatkan hasil sebagai berikut:
- a. Alat Uji Thrust Force Multicopter menggunakan sensor Loadcell & IR Proximity dengan variasi BLDC Motor dan Propeller.
 - b. Membaca perubahan gaya dorong dan RPM.
 - c. Mikrokontroler sebagai pengolah sinyal *input/output*
 - d. Menggunakan *Serial port arduino uno* dan LCD untuk tampilan.
 - e. Bentuk nilai angka untuk tujuan pengarsipan.
4. Kemudian memformulasikan masalah. Didapatkan hasil sebagai berikut.
- Perancangan Alat Uji Thrust Force Multicopter Berbasis Mikrokontroler ATmega 328 menggunakan sensor Loadcell & IR Proximity dengan variasi BLDC Motor dan Propeller. Kemudian data akan ditampilkan pada serial monitor Arduino Uno dan LCD yang berbentuk nilai angka untuk tujuan pengarsipan.

3.1.3 Kombinasi dan Susunan Konsep

Jika ditabelkan sub-fungsi akan terlihat sebagai berikut:

Tabel 3.2 Kombinasi sub-fungsi yang didasarkan pada diagram blok sub fungsi

No	Prinsip Solusi/ Sub Fungsi	1	2	3
1	Energi	Mekanik		
				
2	Pengukur Gaya Dorong	Single Point Load Cell	S-Beam Load Cells	
				
3	Penguat Instrumental	Module HX711	IC INA 125	IC AD620
				
4	Penerjemah Sinyal	Arduino Nano	Arduino Uno	Arduino Mega
				

5	Arduino Uno ide	<i>Sketch</i>		
				
6	Pengukur RPM	HC-SR501 PIR	IR Proximity	E18-D80NK Adjustable IR
				
7	Perangkat akuisisi data	<i>Personal Computer (PC)</i>	LCD	
				

Dari tabel hasil identifikasi masalah akan terlihat berbagai kemungkinan kombinasi sub-fungsi yang mungkin untuk digunakan.

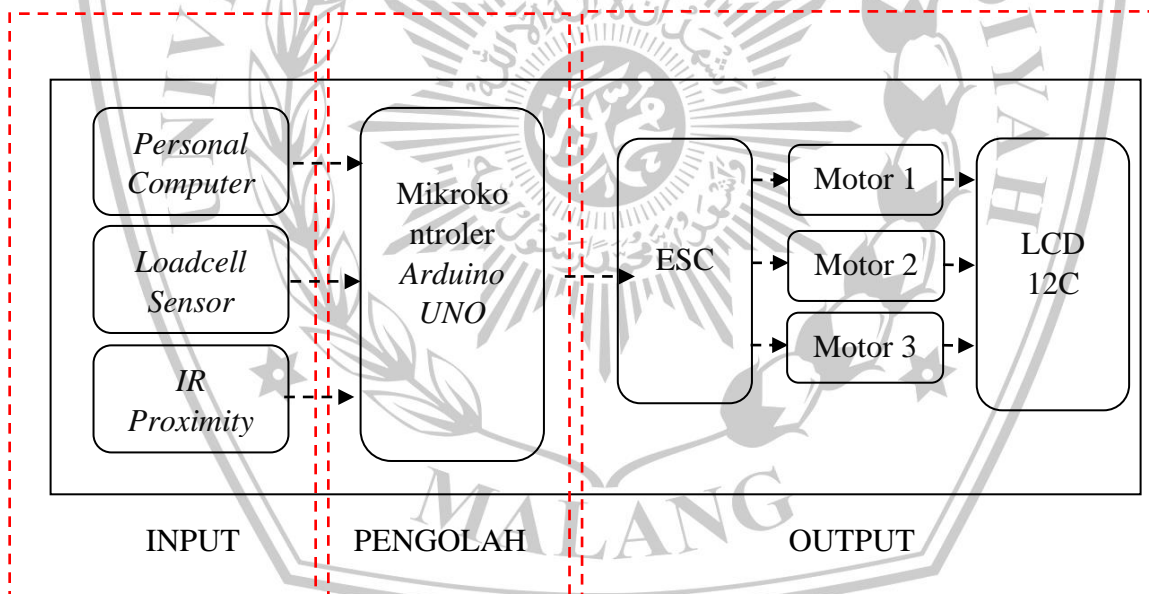
3.1.4 Pemilihan Konsep Varian

Dalam pembuatan konsep varian kita harus memperhatikan segi teknik dan ekonominya. Pemilihan konsep varian dilakukan untuk pengerjaan model dan menentukan unjuk kerja secara *kuantitatif*. Dari tabel 3.2 didapatkan hasil varian sebagai berikut:

Varian = 1-1, 2-1, 3-2, 4-2, 5-1, 6-2, 7-1-2.

3.2 Perancangan Alat

Dalam penelitian ini terdapat 1 tahap pengerjaan dan pengujian alat yang terdiri dari pengujian *Thrust Force* berbasis pada sensor *Loadcell* dan *Infrared Proximity Sensor*. Pengujian ini menggunakan mikrokontroler *Arduino Uno* dan 2 Sensor yang terdiri dari 3 bagian, yaitu unit input, pengolah, dan unit output seperti pada gambar 3.2, sebelum melakukan pengujian tersebut peneliti melakukan control motor *BLDC* untuk mengetahui presentase bukaan *Throthle* pada *ESC* Unit input menggunakan *Personal Computer* (PC), sensor *IR Proximity* dan *Sensor Load Cell*, unit pengolah menggunakan mikrokontroler *Arduino Uno*, unit output terdiri atas *ESC* (*Electronic Speed Controller*) dan *Motor Brushless*.

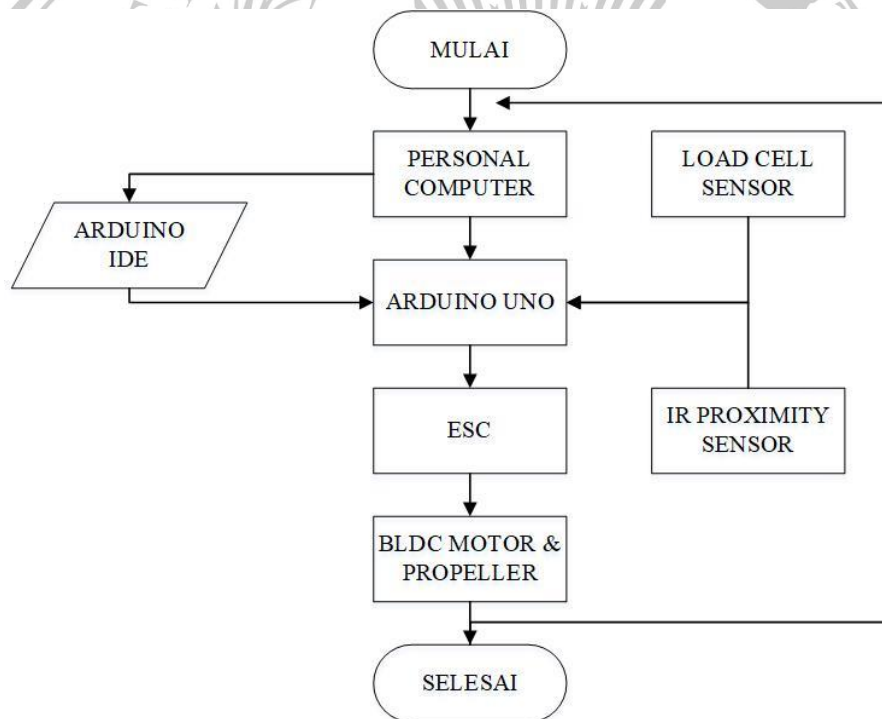


Gambar 3.2 Diagram blok Pengujian Thrust Force

3.2.1 Prinsip Kerja

Prinsip kerja dari Pengujian *Thrust Force* berbasis pada sensor *Loadcell* dan *Infrared Proximity Sensor* dapat dilihat pada flow chart Gambar 3.2 besaran *throttle* yang di input melalui personal computer/potensiometer akan diteruskan ke

mikrokontroler Arduino Uno melalui komunikasi serial. Kemudian dari mikrokontroler akan meneruskan ke ESC yang akan mengatur besaran energi yang dibutuhkan. Pada ESC sinyal tersebut akan diubah menjadi tegangan listrik dan arus listrik yang akan menyuplai ke motor brushless DC sehingga motor dapat berputar. Sensor *Load cell* berfungsi untuk mengukur besaran gaya dorong yang memanfaatkan regangan pada sensor nilai tersebut akan diterima oleh mikrokontroler yang kemudian akan di kirimkan data pada serial monitor Arduino ide. Sensor *IR Proximity* berfungsi untuk mengukur besaran RPM dari motor, kemudian akan mengirimkan data ke display Arduino.



Gambar 3.3 Pengujian Thrust Force berbasis pada sensor Loadcell dan Infrared Proximity Sensor

3.2.2 Rancangan dan Pemilihan *Hardware*

Pada penelitian ini menggunakan beberapa komponen yang di gunakan yaitu terdiri dari:

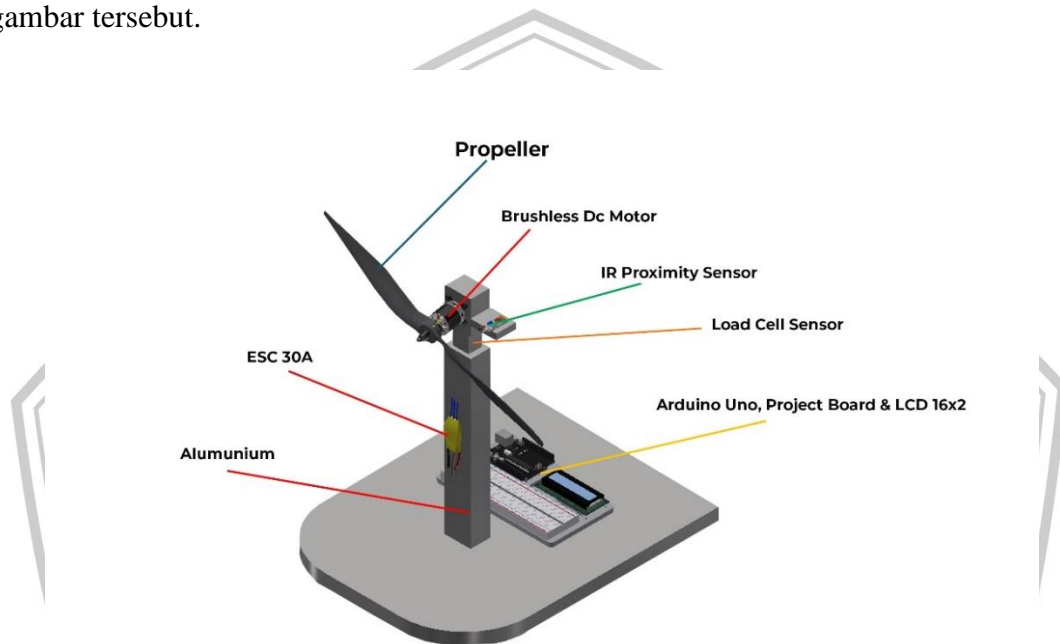
1. Alumunium
2. 3D Printing PLA
3. Mikrokontroller *Arduino UNO*
4. Modul Sensor *IR Proximity*
5. Modul Sensor *Load Cell 10kg*
6. Power Supply 12v 30A
7. ESC 30A
8. Motor *brushless DC* Turnigy 2300 KV
9. Motor *brushless DC* Outrunner 1400 KV
10. Motor *brushless DC* Outrunner 930 KV
11. *Propeller 1045 2 blades*
12. *Propeller 5040 2 blades*

Berdasarkan spesifikasi sistem, dibutuhkan sensor *IR Proximity* dan Sensor *Load cell*. *IR Proximity* digunakan untuk mengukur RPM propeller dan sensor *load cell* digunakan untuk mengukur gaya dorong yang terjadi. Pada bagian kontrol, *Arduino UNO* digunakan dikarena memiliki spesifikasi untuk berbagai sensor.

Pada bagian output, menggunakan brushless motor Turnigy D2205-2300KV, *Outrunner* 1400KV, *Outrunner* 930KV. *Brushless* motor tersebut dipilih untuk menguji dan membandingkan penggunaan BLDC motor tersebut dengan varias *2 Propeller*.

3.2.3 Desain Konstruksi Pengujian

Sebelum melakukan pengerjaan alat uji, dilakukan konseptual desain untuk mengetahui konsep konstruksi alat uji *Thrust Force*, konseptual desain dapat dilihat pada gambar 3.3 masing – masing komponen telah ditunjukkan anak panah didalam gambar tersebut.

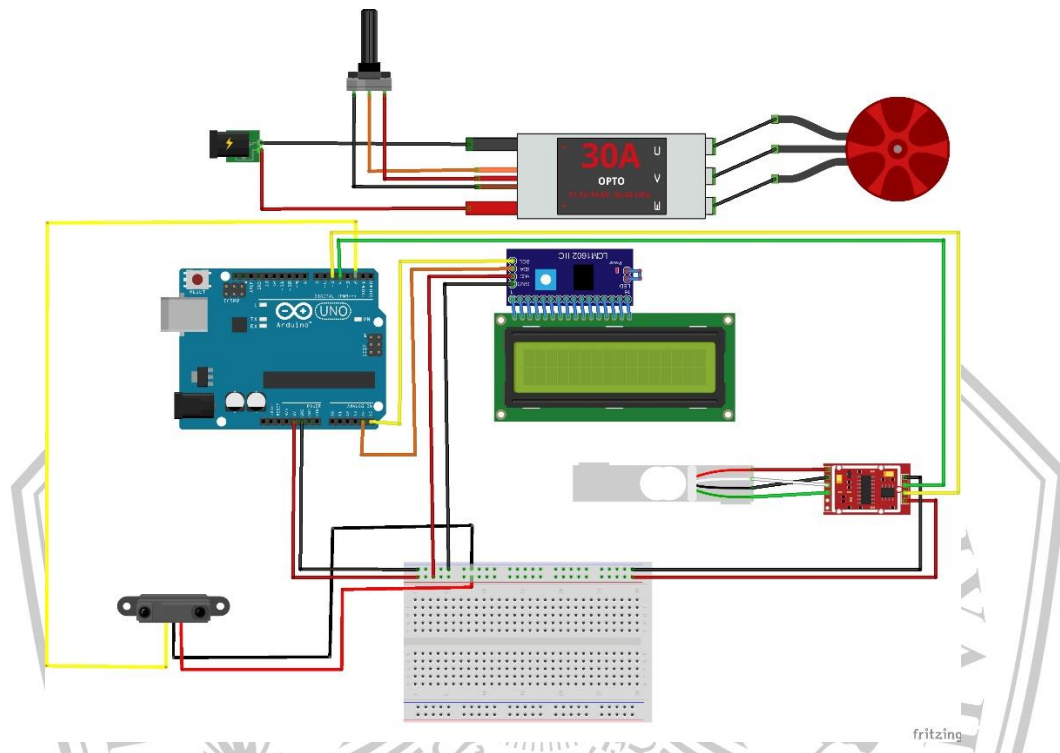


Gambar 3.4 Konseptual desain alat uji Thrust Force

3.2.4 Diagram Skematik Rangkaian Alat Uji *Thrust Force* berbasis sensor *Loadcell* dan *Infrared Proximity Sensor*

Perancangan alat uji *Thrust Force* berbasis sensor *Loadcell* dan *Infrared Proximity Sensor* digambarkan dalam sebuah rangkaian skematik seperti pada gambar, rangkaian skematik ini merupakan gabungan antara *Sensor Load Cell*, *Brushless DC Motor*, *Arduino*, *LCD*, *ESC 30A*, *HX 711*, *IR Proximity Sensor*, *Project Board* dan *Servo Tester*. Rangkaian skematik ini merupakan suatu metode analisis sistem kerja komponen elektronika yang digunakan. Rangkaian skematik ini dibuat untuk lebih

mudah memahami tata letak komponen serta hubungan antara satu komponen dengan komponen lainnya. Gambar 3.4 merupakan rangkaian skematik dan layout pendeteksi tegangan menggunakan *sensor strain gauge*.



Gambar 3.5 Diagram Skematik Rangkaian Alat Uji *Thrust Force*

3.3 Proses Pengerjaan

3.3.1 Alat Yang Digunakan

1. Tang potong. : 1 pcs
2. Gunting. : 1 pcs
3. Obeng (+) dan (-). : 1pcs
4. Solder. : 1 pcs
5. Kunci ring. : 1pcs
6. Kabel USB serial *arduino UNO*. : 1pcs

7. Gerinda Potong. : 1pcs

3.3.2 Bahan Yang Digunakan

1. *Alumunium*. : 1 set
2. PLA 3d Printing
3. *Electronic speed controller* (ESC) 30A. : 1 pcs
4. *Brushless motor*. : 3 pcs
5. *Arduino UNO*. : 1 pcs
6. Power Supply 12v 30A. : 1 pcs
7. Kabel *jumper* (male). : 20 pcs
8. Timah. : 1 m
9. Baut. : 4 pcs
10. Socket XT-60. : 2 pcs
11. *Banana Connector* : 8 pcs

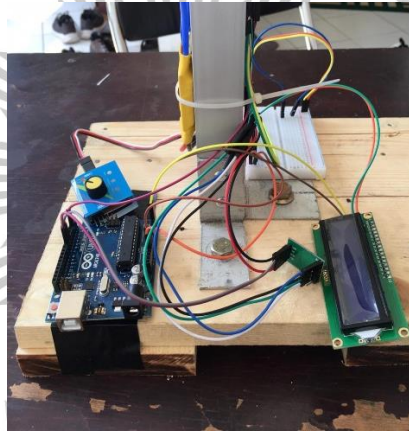
3.3.3 Proses Pengerjaan Dan Perancangan alat uji *Thrust Force*

a. Perakitan Komponen Elektronika

Perancangan komponen elektronika meliputi penggabungan semua komponen elektrik pada alat uji. Pada tahap ini untuk komponen yang pertama kali dirakit yaitu komponen *electronic speed controller* (ESC) yang di hubungkan dengan *power supply 12v 30A* dan *wattmeter* kemudian kabel BEC pada ESC di hubungkan dengan Servo Tester. Pada pemasangan komponen harus memerlukan

ketelitian pada saat pemasangan kabel *gnd* dan *vcc*, untuk menghindari kerusakan komponen elektronika.

Sensor *Loadcell* harus dihubungkan dengan driver HX711 sebelum dihubungkan pada Arduino uno kemudian Sensor *Infrared* di hubungkan ke board Arduino uno, lcd 16x2 di hubungkan dengan Arduino untuk memperoleh data pada tampilan LCD. Kabel *gnd* dan *vcc* dihubungkan dengan project board untuk kemudian disalurkan pada pin *gnd* dan *vcc* Arduino. Skematik diagram dapat di lihat pada gambar 3.6

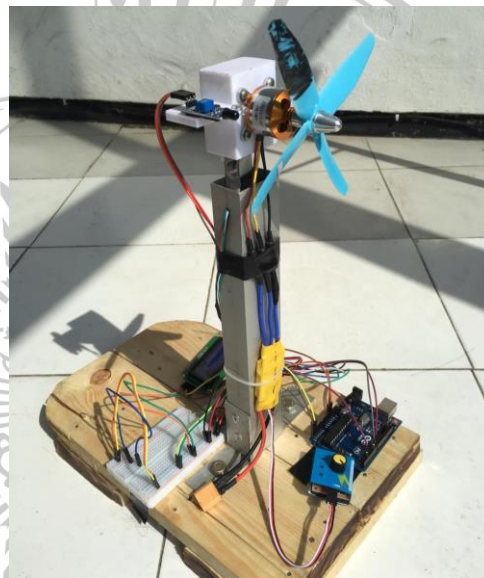


Gambar 3.6 Perakitan Komponen Elektronika

b. Perakitan Komponen Mekanik dan Elektronika.

Pada perancangan mekanik ini meliputi penggabungan semua komponen non elektrikal dengan alat uji. Pada tahap ini untuk komponen mekanik yang telah dirancang di satukan dengan komponen elektronika. Pada pemasangan bldc motor ke *mounting* harus dipastikan terkunci dengan kuat agar tidak terlepas ketika melakukan pengujian

dengan bukaan throttle yang besar, pemasangan *propeller* dan *blde* motor juga harus dilakukan dengan benar agar proses pengujian berjalan dengan aman. Pemasangan *Load cell* dan *mounting* 3d printing harus dikunci dengan kuat agar sensor dapat membaca gaya dorong yang dihasilkan dengan baik. Gambar 3.7 Menunjukkan hasil perakitan komponen mekanik dan elektronika



Gambar 3.7 Perakitan Komponen Mekanik dan Elektronika

3.4 Pengujian Alat

Pada pembuatan alat *thrust force multicopter* dilakukan pengujian untuk mencari data – data diantaranya perbandingan antara persentase throttle dengan besar nilai putaran (rpm), perbandingan antara persentase throttle dengan besarnya gaya dorong (g) perbandingan antara persentase throttle dengan besarnya Daya, perbandingan antara persentase throttle dengan besarnya Arus. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari 3 variasi motor brushless DC dan 2 variasi propeller yang digunakan serta mengetahui perbandingan data antara variasi motor

dan *propeller* yang berbeda. Adapun proses pengujian dan pengambilan data dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Menghubungkan ESC dengan power supply dan dengan perantara watt meter sebagai pengukur besaran daya dan arus yang terpakai.
2. Menghubungkan kabel Arduino UNO ke PC untuk melakukan upload *sketch/coding* dan memonitor serta mengatur besaran throttle motor.
3. ESC dikalibrasi terlebih dahulu sebelum digunakan agar range signal antara ESC dengan mikrokontroller dapat sefrekuensi.
4. Men-setup mikrokontroller Arduino Uno dan dihubungkan dengan Laptop.
5. Menjalankan software Arduino IDE dan mengupload *sketch/coding* pengujian *thrust force multicopter* yang terdiri dari kontrol motor brushless DC, besaran nilai RPM, dan besaran nilai gaya dorong pada board arduino Nano.
6. Input nilai persentase duty cycle PWM/Throttle pada serial monitor yaitu sebesar (10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 %, 100 %).
7. Mencatat nilai nilai putaran (RPM) dari masing – masing variasi motor brushless DC dan propeller yang tertera pada display LCD.
8. Mencatat nilai nilai gaya dorong (g) dari masing – masing variasi motor brushless DC dan propeller yang tertera pada display LCD.
9. Mengukur Daya dan Arus dengan menggunakan Watt Meter.
10. Catat nilai Daya dan Arus yang tertera pada Watt Meter sesuai dengan variasi motor brushless DC dan propeller.
11. Setiap perubahan variasi diharuskan untuk melakukan kalibrasi sensor dan aplikasi agar dapat memperoleh data yang akurat dan konsisten.

3.5 Analisa Dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap hasil – hasil dari pengujian yang telah dilakukan. Hal ini dilakukan dengan beberapa tujuan diantaranya :

- a. Mengetahui pengaruh dari variasi persentase duty cycle PWM/throttle terhadap putaran motor, gaya dorong, arus dan daya.
- b. Mengetahui perbandingan data diantaranya putaran motor, gaya dorong, arus dan daya dari masing – masing variasi motor dan propeller pada setiap variasi persentase duty cycle PWM/throttle yang digunakan.
- c. Mengetahui Pengaruh variasi motor dan propeller diantaranya bldc motor 930 kv dengan propeller 1045 2 blades, bldc motor 1400 kv dengan propeller 1045 2 blades, bldc motor 2300 kv dengan propeller 1045 2 blades, bldc motor 930 kv dengan propeller 5040 4 blades, bldc motor 1400 kv dengan propeller 5040 4 blades, bldc motor 2300 kv dengan propeller 5040 4 blades.

3.6 Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di Laboratorium CNC, Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang, pelaksanaan penelitian dilakukan selama kurang lebih bulan Juli – September tahun 2019.